

BADANIA SYSTEMOWE

XXV-lecie INSTYTUTU BADAŃ SYSTEMOWYCH

Książka jubileuszowa
pod redakcją
Kazimierza Mańczaka



Polska Akademia Nauk
Instytut Badań Systemowych

BADANIA SYSTEMOWE

XXV-lecie INSTYTUTU BADAŃ SYSTEMOWYCH PAN

Książka jubileuszowa
pod redakcją
Kazimierza Mańczaka

Warszawa 2001

PRACE z DZIEDZINY LOGIKI ROZMYTEJ w IBS PAN

Janusz KACPRZYK

1. Wprowadzenie

Jednym z największych wyzwań badań systemowych jest ujęcie różnorodnych aspektów niedoskonałości informacji, na podstawie których buduje się modele, opisujące pewne zjawiska, czy konstruuje algorytmy umożliwiające rozwiązanie zadań, np. typu podejmowania decyzji. Niedoskonałość informacji może mieć wiele postaci i ogólnie polega na tym, że nie jesteśmy w stanie dokładnie podać wartości pewnych zmiennych, parametrów itp. Podajemy więc jakieś wartości, ale nie jesteśmy ich pewni. Tradycyjnie tę niepewność utożsamiano z przypadkowością, przypisując np. prawdopodobieństwa do możliwych wartości.

Od dawna już jednak było jasne, że tak rozumiana niepewność typu probabilistycznego nie ujmuje wszelkich aspektów niedoskonałości informacji. Występuje bowiem jeszcze, np. wieloznaczność, nieprecyzyjność, a w końcu i ignorancja. Wiele z tych rodzajów niepewności bierze się stąd, że jedynym źródłem danych jest człowiek, dla którego jedynym w pełni naturalnym sposobem komunikacji jest język naturalny, który jest ze swej natury nieprecyzyjny. Określenia w języku naturalnym typu *duża liczba*, *temperatura znacznie wyższa niż 30°C* itp. są naturalne dla człowieka, pozwalając mu efektywnie działać, ale „sztuczne” dla modeli matematycznych, algorytmów komputerowych itd.

Nietrudno zauważyć, że właściwie cały problem reprezentacji takich nieprecyzyjnych pojęć sprowadza się do wprowadzenia klas o nieostrych granicach, do których elementy mogą należeć w stopniu częściowym, między całkowitą przynależnością a całkowitą nieprzynależnością, jak w klasycznej teorii mnogości stanowiącej podstawę tradycyjnej matematyki.

I na tym właśnie polegała wprowadzona przez Zadeha (1965) koncepcja *zbioru rozmytego*. Otóż, zbiór klasyczny można utożsamiać z *funkcją charakterystyczną* $\varphi: X \rightarrow \{0,1\}$, która przypisuje każdemu elementowi x z pewnego uniwersum X , albo 1, jeżeli ten element należy do zbioru, albo 0, jeżeli ten element nie należy do zbioru. Natomiast zbiór rozmyty utożsamia się z tzw. *funkcją przynależności* $\mu: X \rightarrow [0,1]$, która każdemu elementowi x przypisuje stopień przynależności do zbioru, od 0 dla pełnej nieprzynależności, do 1 dla pełnej przynależności, przez wszystkie stopnie pośrednie. Wprowadza się dalej na tej podstawie różne pojęcia, jak np. *relacji rozmytej*, różne operacje itd., podobnie jak w matematyce klasycznej.

Nietrudno zauważyć, że teoria zbiorów rozmytych dość znacznie odchodzi od klasycznej matematyki, z jej precyzją i jednoznacznością, i nic dziwnego, że od

początku wzbudzała liczne kontrowersje. Kontrowersje te zmniejszyły się znacznie od połowy lat osiemdziesiątych, dzięki licznym bardzo udanym i spektakularnym zastosowaniom sterowania rozmytego, głównie w Japonii i Korei. Sterowanie rozmyte okazało się bardzo efektywne zarówno w urządzeniach profesjonalnych typu dźwigów portowych, jak urządzeniach powszechnego użytku typu pralek, lodówek, automatycznych skrzyń biegów itp. Dziś odbywa się dziesiątki konferencji poświęconych tematyce zbiorów rozmytych, publikuje się dziesiątki książek rocznie, wydaje się dziesiątki czasopism, a liczba prac naukowych sięga kilkuset.

Prace badawcze w zakresie szeroko rozumianej *logiki rozmytej* stanowiły od dłuższego czasu jedną z bardziej istotnych dziedzin działalności Instytutu Badań Systemowych PAN. Jest to dziedzina, w której Instytut osiągnął znaczącą pozycję w nauce polskiej i światowej. Celem niniejszej pracy jest krótkie przedstawienie najważniejszych osiągnięć naukowych Instytutu w zakresie szeroko rozumianej logiki rozmytej i jej zastosowań w okresie ostatnich 25 lat.

Prace w zakresie logiki rozmytej w IBS PAN rozpoczęły się w połowie lat siedemdziesiątych wraz z ukazaniem się pierwszych prac Kacprzyka (1975) nt. zastosowania zbiorów rozmytych, a właściwie *zmiennych lingwistycznych* (o wartościach zadanych w postaci zbiorów rozmytych), *rozmytych zdań warunkowych i złożeniowej reguły wnioskowania* wprowadzonych przez Zadeha (1973), do opisu i optymalizacji ludzkich struktur organizacyjnych. W tym też czasie powstała i została obroniona w 1996 r. rozprawa doktorska Kacprzyka na ten temat. Najogólniej biorąc, wyniki pracy poszczególnych pracowników opisywano za pomocą rozmytych zdań warunkowych jako funkcji zdolności indywidualnych pracowników i zdolności kierowniczych zwierzchników, określonych lingwistycznie. Zadanie polegało na znalezieniu takiej optymalnej struktury hierarchicznej (organizacyjnej), przy której dany zespół ludzki osiągnie najlepsze wyniki pracy.

Te prace zapoczątkowały dalsze prace. Obecnie, dla potrzeb niniejszego krótkiego przeglądu, dogodnie jest całość prac podzielić na następujące grupy tematyczne:

- Wieloetapowe sterowanie rozmyte,
- Grupowe podejmowanie decyzji i osiągnięcie konsensu w przypadku rozmytych preferencji i rozmytej większości,
- Logika rozmyta stosowana w kwerendach do baz danych oraz do inteligentnej analizy danych, zawierającej grupowania i podsumowania lingwistyczne baz danych, szczególnie dla popularnych baz danych typu Microsoft Access,
- Prawdopodobieństwo i statystyka w przypadku nieprecyzyjnie określonych zdarzeń, z zastosowaniem do analizy niezawodności i w kontroli jakości,
- Intuicjonistyczne zbiory rozmyte, wprowadzone przez Atanassowa (1986) jako pewne rozszerzenie zbiorów rozmytych, zastosowane w podejmowaniu decyzji.

Omówimy teraz podstawowe osiągnięcia uzyskane w Instytucie w powyższych grupach tematycznych.

2. Wieloetapowe sterowanie rozmyte

Przy końcu lat siedemdziesiątych pojawiły się pierwsze prace Kacprzyka poświęcone wieloetapowemu sterowaniu rozmytemu w ujęciu Bellmana i Zadeha (1970). Ogólnie biorąc, rozpatrywał on następujące zadania: dany był dynamiczny układ sterowany (deterministyczny, stochastyczny lub rozmyty), którym należało sterować przy pewnym horyzoncie sterowania, określonym w różny sposób, np. jako skończona i z góry określona liczba etapów sterowania, w sposób niejawni jako chwila, gdy po raz pierwszy osiągnięty stan ze zbioru stanów końcowych, w sposób rozmyty (jako np. mniej więcej 10 etapów sterowania) lub jako nieskończona liczba etapów sterowania. Na sterowania na poszczególnych etapach nałożone są ograniczenia rozmyte, np. ciśnienie gazu powinno być *małe*, a na osiągnięte kolejno stany nałożone są cele rozmyte, np. temperatura powinna być *wysoka*. Funkcja celu ma postać pewnej agregacji stopni osiągnięcia *celów rozmytych* i spełnienia *ograniczeń rozmytych*. Zadanie polega na znalezieniu takiego optymalnego ciągu sterowań, który maksymalizuje ten stopień spełnienia ograniczeń rozmytych i osiągnięcia celów rozmytych.

W źródłowej pracy Bellmana i Zadeha (1970) podano jako podstawową metodę rozwiązywania programowanie dynamiczne. W pracach Kacprzyka (1978, 1979) zaproponowano zastąpienie programowania dynamicznego metodą podziału i oszacowań.

Druga ważna grupa prac w zakresie wieloetapowego sterowania rozmytego to zaproponowanie przez Kacprzyka (1977), jednocześnie z Fungiem i Fu (1977), pojęcia nieskończonego czasu zakończenia procesu sterowania. Idea ta polegała na wprowadzeniu możliwości określenia czasu zakończenia procesu w postaci rozmytej, np. *możliwie szybko* czy *około 6 etapów*. Nietrudno zauważyć, że taki charakter ma właściwie zamierzony czas zakończenia wielu rzeczywistych procesów sterowania i wieloetapowego podejmowania decyzji, choć teoretycznie może być określony ściśle, np. we wszelkich praktycznie zagadnieniach w systemach ekonomicznych. W powyższych pracach Kacprzyk (1977, 1978a) zaproponował nowe sformułowanie zadania sterowania z takim rozmytym czasem zakończenia i podał algorytmy programowania dynamicznego oraz podziału i oszacowań do rozwiązywania tego zadania.

Na początku lat osiemdziesiątych pojawiły się prace Kacprzyka i Staniewskiego (1980, 1982), w których zaproponowano nowe modele wieloetapowego sterowania rozmytego przy *nieskończonym czasie zakończenia procesu*. Modele te są użyteczne w przypadku modelowania procesów długich i wolnozmiennych, w których nie warto dokonywać iteracji po kolejnych etapach sterowania, wyznaczając kolejne sterowania, ale należy raczej poszukiwać strategii stacjonarnych. Okazało się, że w przypadku rozmytym, podobnie jak w przypadku stochastycznym, można zastosować tzw. algorytm iteracji strategii, który poprawia stacjonarne strategie sterowania w kolejnych

iteracjach, a strategię optymalną uzyskuje w skończonej liczbie iteracji. Opracowany nowy model z nieskończonym czasem zakończenia zastosowano do sterowania magazynami.

W pracach Kacprzyka (1983a) oraz Kacprzyka i Iwańskiego (1987) i pojawiło się nowe sformułowanie zadania wieloetapowego sterowania rozmytego, w którym poszukiwało się ciągu sterowań optymalnych, najlepiej spełniających ograniczenia rozmyte na sterowania i cele rozmyte na stany na np. *większości wcześniejszych* etapów sterowania. Zastosowano tu zadehowski rachunek zdań z rozmytymi kwantyfikatorami rozmytymi.

Poszukując bardziej efektywnych metod rozwiązywania zadań wieloetapowego sterowania rozmytego, Kacprzyk (1996a, 1997b, 1998) zaproponował użycie algorytmów genetycznych. Natomiast w pracach: Francelin, Gomide i Kacprzyk (1995), Kacprzyk, Francelin i Gomide (1999, 2001) zaproponowano pewną sieć neuronową, emulującą układ równań rekurencyjnych programowania dynamicznego.

Jeżeli chodzi o ważniejsze zastosowania wprowadzonych w powyższych pracach modeli wieloetapowego sterowania rozmytego, to trzeba przede wszystkim wspomnieć o serii prac Kacprzyka i Straszaka (1980, 1984) dotyczących planowania rozwoju regionalnego, rozpatrywanego w kategoriach wskaźników jakości życia.

Pełne przedstawienie tematyki wieloetapowego sterowania rozmytego zawierają książki Kacprzyka (1983a, 1983b, 1997a, 2001).

3. Grupowe podejmowanie decyzji i osiągnięcie konsensu w warunkach rozmytości

Zadanie podejmowanie decyzji grupowych można ogólnie rozumieć jako wyznaczenie *zbioru opcji* najlepiej odpowiadających danej grupie decydentów jako całości, a więc najlepiej akceptowanych przez większość decydentów. Należy oczywiście przyjąć jakąś postać opinii tych decydentów; założono, że mają one postać preferencji rozmytych, tzn. nie tylko preferencji jednej opcji nad drugą lub odwrotnie, ewentualnie z dodatkiem indyferentności, ale także takich preferencji do pewnego stopnia, od 0 do 1.

Do powyższego modelu decyzji grupowych z preferencjami rozmytymi, Kacprzyk (1984) zaproponował wprowadzenie *większości rozmytej* określonej przez *rozmyty kwantyfikator lingwistyczny*, np. *większość, znacznie więcej niż 50%* itp. Zaowocowało to całą gamą modeli decyzji grupowych, których istotę można sprowadzić do opcji lub zbiorów opcji najlepiej preferowanych przez np. *znacznie więcej niż 50%* decydentów [np. Kacprzyk (1985a, b, 1986), Fedrizzi, Kacprzyk i Nurmi (1993)]. W tej grupie prac należy wspomnieć o wprowadzeniu tzw. *turniejów rozmytych* przez Nurmiego i Kacprzyka (1991).

Ważnym pojęciem, które umożliwiło proste i efektywne przetwarzanie kwantyfikatorów lingwistycznych, a przez to i większości rozmytej, było wprowadzenie przez Yagera [por. książka Yagera i Kacprzyka (1997)] pojęcia operatora tzw. *uporządkowanej średniej ważonej OWA* (ang. *ordered weighted averaging*). Operatory OWA zastosowano jako modele większości rozmytej w decyzjach grupowych m.in. w pracach Kacprzyka, Fedrizziego i Nurmiego (1992).

Jeżeli chodzi o osiąganie konsensu, to przede wszystkim należy zwrócić uwagę, że tradycyjnie *konsens* określa się jako pełną i jednomyślną zgodę, co nie jest przecież realistyczne w praktyce. Kacprzyk i Fedrizzi (1986, 1988a, b, 1989) wprowadzili więc pojęcie *miękkiego konsensu*, gdy np. większość kompetentnych ekspertów zgadza się co do prawie wszystkich istotnych opcji. Zastosowali oni reprezentację większości rozmytej w postaci kwantyfikatora lingwistycznego, a następnie rachunek zdań z takimi kwantyfikatorami. Wprowadzone powyżej pojęcie „miękkiego” konsensu zastosowano w systemie wspomagania decyzji [Fedrizzi, Kacprzyk i Zadrozny (1996)], użytym do planowania rozwoju miasta.

Stosując pojęcie większości rozmytej, Kacprzyk i Zadrozny (2000d) wprowadzili taksonomie i pewne nowe klasy funkcji wyboru, indywidualnego i grupowego.

Na koniec należy wspomnieć o zastosowaniu przez Nurmiego, Kacprzyka i Fedrizziego (1996) teorii *zbiorów przybliżonych* wprowadzonej przez prof. Zdzisława Pawlaka do analizy procedur głosowań.

4. Logika rozmyta w kwerendach do baz danych i lingwistycznych podsumowaniach zbiorów danych

Prace w tym zakresie rozpoczęły się w połowie lat osiemdziesiątych. Zakładało się w nich, że mamy zwykłą (nierozmytą) bazę danych, z której korzysta przeciętny użytkownik, nie będący informatykiem. Jest naturalne, że użytkownik bazy danych dotyczącej rzeki pyta np. o „punkty w dorzeczu o bardzo zanieczyszczonej wodzie”. Łatwo zauważyć, że nie można sformułować adekwatnej kwerendy z użyciem narzędzi klasycznych (nierozmytych). Kacprzyk i Ziółkowski (1986) oraz Kacprzyk, Zadrozny i Ziółkowski (1989) zaproponowali tu nową postać *kwerendy rozmytej* jako poszukiwanie rekordów, takich że spełnionych jest np. *znacznie więcej niż połowa istotnych warunków* nałożonych na wartości atrybutów.

Idea ta została zaimplementowana, a szczególnym echem w literaturze światowej odbiła się implementacja dla popularnej bazy danych Microsoft Access dokonana w serii prac Kacprzyka i Zadroznego (1994-1999). Są one cytowane we wszystkich pracach jako przykład efektywnego zastosowania logiki rozmytej do wyszukiwania informacji z baz danych. Stosowało je też wiele ośrodków na świecie w dydaktyce.

Bardzo istotnym rozszerzeniem powyższej idei *kwerend rozmytych* było jej zaimplementowanie do wyszukiwania informacji z rozproszonych baz danych poprzez Internet, a w szczególności WWW. Opracowano to i zaimplementowano w serii prac Kacprzyka i Zadroznego (1996, 1997a, 1998a) oraz Zadrozno i Kacprzyka (1998).

W kontekście baz danych bardzo istotne jest zagadnienie tzw. drażenia danych czy odkrywania wiedzy. Jednym z istotnych podejść jest tu *podsumowywanie lingwistyczne* zawartości baz danych. Proste podejście podał to Yager [por. Yager i Kacprzyk (1997)], a mianowicie jeżeli np. mamy bazę danych o pracownikach, to podsumowaniem lingwistycznym może być np. „*większość młodych pracowników ma wysokie kwalifikacje i dużo większe niż średnie zarobki*”. Podsumowuje to oczywiście w jednym zdaniu sytuację w firmie w interesującym nas aspekcie. W pracy Kacprzyka i Yagera (2001) rozszerzono znacznie to podejście, natomiast w serii prac Kacprzyka i Zadroznego (1998b, 1999a, b, 2000a, b) oraz Kacprzyka, Zadroznego i Yagera (2001) zaproponowano implementację podsumowań lingwistycznych z użyciem idei *kwerend do baz danych z kwantyfikatorami lingwistycznymi oraz interakcji z operatorem*, który poprzez specjalny interfejs graficzny wskazuje na te aspekty, które go interesują (np. relacje między wiekiem, kwalifikacjami i zarobkami). To podejście rozszerzono znacznie umożliwiając podsumowywanie rozproszonych baz danych przez Internet i WWW [Kacprzyk i Zadrozny (2001b)].

W niniejszej grupie należy jeszcze wspomnieć o pracach nad *analizą skupień*, jej zaawansowanymi algorytmami i zastosowaniami (np. w sztucznej inteligencji i inżynierii wiedzy). Okazało się, że jednym z istotnych kierunków prac jest powiązanie projektowanych algorytmów z metodami teorii zbiorów rozmytych, w szczególności *logiki rozmytej* (Owsiński, 1994, 1995). Nie dotyczyło to jednakże tylko metod analizy skupień z rozmytością, ani też technik ustalania reprezentacji rozmytej, ale przede wszystkim identyfikacji i ustalania modeli i zależności, które mają na ogół postać reguł; zaproponowano tu nowe podejścia (Owsiński, 1996).

5. Prawdopodobieństwo i statystyka w przypadku nieprecyzyjnie określonych zdarzeń

Prace w tej dziedzinie prowadzi intensywnie od kilku lat zespół kierowany przez prof. O. Hryniewicza.

Do pierwszej grupy należą prace poświęcone podstawom wnioskowania statystycznego w sytuacji współwystępowania dwojakiego rodzaju niepewności: *losowości i nieprecyzyjności*. Koncentrują się one wokół zagadnienia *weryfikacji hipotez*. Grzegorzewski (1998, 2000, 2001a) podał metodę konstrukcji testów statystycznych dla *nieprecyzyjnych danych* oraz testów do weryfikacji *rozmytych hipotez* na podstawie *nieprecyzyjnych danych* (Grzegorzewski (1999, 2001b). Hryniewicz (2000, 2001) zaproponował oryginalną metodologię interpretacji wyników testów statystycznych. Warto też w tym miejscu wspomnieć prace przeglądowe Grzegorzewskiego i Hryniewicza dotyczące metod statystycznych leżących na przecięciu *rozmytości i weryfikacji hipotez*.

Do drugiej grupy należą prace poświęcone zastosowaniom statystyki w *sterowaniu jakością*. W obszarze kontroli odbiorczej warto wspomnieć tu prace dotyczące

konstrukcji planów badania według oceny alternatywnej [Grzegorzewski (1998b, 2001) i Grzegorzewski i Hryniewicz (2000)] oraz liczbowej [Grzegorzewski i Hryniewicz (2000) i Grzegorzewski (2002)], gdy wymagania jakościowe nie są określone precyzyjnie, ale są podane w sposób uwzględniający preferencje stron i możliwe ustępstwa, a także wtedy, a także wtedy, gdy wyniki kontroli obarczone są brakiem precyzji [Grzegorzewski i Hryniewicz (2000)]. W dziedzinie statystycznego sterowania procesem zaproponowano konstrukcję kart kontrolnych, które mogą być stosowane wówczas, gdy pomiary uzyskiwane podczas monitorowania procesu są nieprecyzyjne [Grzegorzewski (1997) oraz Grzegorzewski i Hryniewicz (2000)]. Z kolei zastosowania nowej metody analizy wyników testów statystycznych w obszarze statystycznej kontroli jakości zaproponowano w pracy Hryniewicza (2001).

Do trzeciej grupy należy zaliczyć prace Grzegorzewskiego (2001a, b), Grzegorzewskiego i Hryniewicza (1999) oraz Hryniewicza (1995, 1999) dotyczące badań niezawodności, gdy wyniki badań (tzn. czas poprawnej pracy urządzenia oraz liczba zaobserwowanych awarii) oraz - ewentualnie - odpowiednie wymagania niezawodnościowe, przedstawiane są w sposób nieprecyzyjny, w szczególności opisane *językiem naturalnym*.

Czwarta grupa prac dotyczy problemu wyboru optymalnych decyzji, gdy funkcję celu zdefiniowano nieprecyzyjnie, a ponadto decydent ma określone preferencje co do możliwych wartości zmiennej decyzyjnej [Hryniewicz (2001a, b)].

Ostatnia, piąta grupa dotyczy pewnych bardziej ogólnych aspektów zbiorów rozmytych. Warto tu wspomnieć pracę Grzegorzewskiego (1998) poświęconą metrykom i porządkom w przestrzeni liczb rozmytych oraz pracę Grzegorzewskiego (2000) poświęconą przedziałowej aproksymacji liczb rozmytych.

6. Intuicjonistyczne zbiory rozmyte

W połowie lat osiemdziesiątych, bułgarski matematyk, prof. Krassimir T. Atanassow (1986) zaproponował pojęcie tzw. *intuicjonistycznego zbioru rozmytego*, który różni się od tradycyjnego *zbioru rozmytego* tym, że każdemu elementowi uniwersum przypisuje się zarówno *stopień przynależności* jak i *stopień nieprzynależności*; oba z przedziału $[0,1]$, ale nie sumujące się do jedności. Teoria ta zdobyła sobie pewną popularność, a prace nad różnymi aspektami teorii zbiorów intuicjonistycznych rozpoczęły się w IBS PAN w połowie lat dziewięćdziesiątych.

Wśród prac bardziej podstawowych należy tu wspomnieć przede wszystkim prace dotyczące nowych pojęć odległości [Szmidt i Kacprzyk (1996a, b)], zbiorów rozmytych odpowiadających danemu intuicjonistycznemu zbiorowi rozmytemu [Szmidt i Kacprzyk (1998d)], pojęcia entropii dla intuicjonistycznych zbiorów rozmytych [Szmidt i Kacprzyk (2001)] itp.

Należy tu szczególnie wspomnieć o pracach poświęconych pojęciu intuicjonistycznego zdarzenia rozmytego i jego prawdopodobieństwa [Szmidt i Kacprzyk (1998e, 2000) oraz Grzegorzewski (2000a, b)]

Bardzo ważną grupę prac stanowią tu zastosowania intuicjonistycznych zbiorów rozmytych (głównie intuicjonistycznych relacji rozmytych) w podejmowaniu decyzji, przede wszystkim grupowych i osiągania konsensu [Szmidt i Kacprzyk (1996a, b, 1998a)].

7. Uwagi końcowe

Przedstawiono tu w skrócie podstawowe kierunki badawcze i osiągnięcia w zakresie szeroko rozumianej logiki rozmytej. Prace w tej dziedzinie są prowadzone w IBS PAN w dużym zakresie i osiągnięto tu wiele oryginalnych i wartościowych wyników, powszechnie cytowanych w literaturze światowej.

Literatura

- Atanassov K. T. (1986): *Intuitionistic fuzzy sets*. FUZZY SETS and SYSTEMS, vol. 20, ss. 87-96.
- Bellman R. E., L. A. Zadeh (1970): *Decision making in a fuzzy environment*. MANAGEMENT SCIENCE, vol. 17, ss. 141-164.
- Bosc P., J. Kacprzyk (red.) (1995): *Fuzziness in Database Management Systems*. PHYSICA-VERLAG, Heidelberg.
- Delgado M., J. Kacprzyk, J.L. Verdegay, M. A. Vila (red.) (1994): *Fuzzy Optimization: Recent Advances*. PHYSICA-VERLAG, Heidelberg.
- Fedrizzi M., J. Kacprzyk i H. Nurmi (1993): *Consensus degrees under fuzzy majorities and fuzzy preferences using OWA (ordered weighted average) operators*. CONTROL and CYBERNETICS, vol. 22, ss. 71-80.
- Fedrizzi M., J. Kacprzyk i H. Nurmi (1996): *How different are social choice functions: a rough sets approach*. QUALITY and QUANTITY, vol. 30, ss. 87-99.
- Fedrizzi M., J. Kacprzyk, J. W. Owsiański i S. Zadrożny (1994): *Consensus reaching via a GDSS with fuzzy majority and clustering of preference profiles*. ANNALS of OPERATIONS RESEARCH, vol. 51, ss. 127-139.
- Fedrizzi M., J. Kacprzyk i S. Zadrożny (1988): *An interactive multi-user decision support system for consensus reaching processes using fuzzy logic with linguistic quantifiers*. DECISION SUPPORT SYSTEMS, vol. 4, ss. 313-327.
- Francelin R. A., F.A.C. Gomide i J. Kacprzyk (1995): *A class of neural networks for dynamic programming*. W: Proceedings of 6th International Fuzzy Systems Association World Congress, Sao Paulo, Brazil, Vol. II, ss. 221-224.
- Francelin R. A., J. Kacprzyk i F.A.C. Gomide (2001): *Neural network based algorithm for dynamic system optimization*. ASIAN JOURNAL of CONTROL, vol. 3, ss. 131-142.

- Fung L. W., K. S. Fu (1975): *An axiomatic approach to rational decision-making in a fuzzy environment*. W: L. A. Zadeh, K. S. Fu, K. Tanaka i M. Shimura (red.): *Fuzzy Sets and their Applications to Cognitive and Decision Processes*. ACADEMIC PRESS, New York.
- Grzegorzewski P. (1997): *Control Charts for Fuzzy Data*. W: Proc. of EUFIT'97, Aachen, ss. 1326-1330.
- Grzegorzewski P. (1998a): *Metrics and Orders in Space of Fuzzy Numbers*. FUZZY SETS and SYSTEMS, vol. 97, ss. 83-94.
- Grzegorzewski P. (1998b): *A Soft Design of Acceptance Sampling Plans by Attributes*. W: Proc. of 6th International Workshop on Intelligent Statistical Quality Control, Würzburg, ss. 29-38.
- Grzegorzewski P. (1998c): *Statistical Inference about the Median from Vague Data*. CONTROL and CYBERNETICS, vol. 27, ss. 447-464.
- Grzegorzewski P. (1999a): *Testing Fuzzy Hypotheses with Vague Data*. W: Proc. of EUFIT'99, Aachen, CD-Rom.
- Grzegorzewski P. (2000a): *Testing Statistical Hypotheses with Vague Data*. FUZZY SETS and SYSTEMS, vol. 112, ss. 501-510.
- Grzegorzewski P. (2000b): *Conditional Probability and Independence of Intuitionistic Fuzzy Events*. W: W: Scozzafava R., Vantaggi B. (red.): *Proceedings of the International Workshop on Partial Knowledge and Uncertainty: Independence, Conditioning, Inference, Rome* (w druku).
- Grzegorzewski P. (2000c): *A Soft Design of Acceptance Sampling Plans by Variables*. W: *Proceedings of the 8th International Conference "Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-based Systems IPMU'2000"*, Madrid, ss. 208-214.
- Grzegorzewski P. (2000d): *Conditional Probability and Independence of Intuitionistic Fuzzy Events*. NOTES on INTUITIONISTIC FUZZY SETS, vol. 6, No. 1, ss. 7-14.
- Grzegorzewski P. (2000e): *Interval Aggregation in Data Mining*. W: Larsen H.L., Kacprzyk J., Zadrozny S., Andreassen T., Christiansen H. (red.): *Flexible Query Answering Systems*. SPRINGER, ss. 465-474.
- Grzegorzewski P. (2001a): *Fuzzy Tests - Defuzzification and Randomization*. FUZZY SETS and SYSTEMS, vol. 118, ss. 437-446.
- Grzegorzewski P. (2001b): *Acceptance Sampling Plans by Attributes with Fuzzy Risks and Quality Levels*. W: Lenz H. J., Wilrich P. Th. (red.): *Frontiers in Statistical Quality Control*. SPRINGER-PHYSICA-VERLAG, ss. 36-46.
- Grzegorzewski P. (2001c): *Estimation of the Mean Lifetime from Vague Data*. W: *Proceedings of the International Conference in Fuzzy Logic and Technology "Eusflat 2001"*, Leicester, ss. 348-351.
- Grzegorzewski P. (2001d): *Testing Fuzzy Hypotheses with Vague Data*. W: Bertoluzza C., Ralescu D., Gil M. A. (red.): *Statistical Modeling, Analysis and Management of Fuzzy Data*. PHYSICA-VERLAG (w druku).
- Grzegorzewski P. (2002): *A Soft Design of Acceptance Sampling Plans by Variables*. W: Bouchon-Meunier B., Gutierrez-Rios J., Magdalena L., Yager R. R. (red.): *Technologies for Constructing Intelligent Systems*. SPRINGER (w druku).
- Grzegorzewski P., Hryniewicz O. (1997): *Testing Statistical Hypotheses in Fuzzy Environment*. MATHWARE and SOFT COMPUTING, vol. 4, No. 3, ss. 203-217.
- Grzegorzewski P., Hryniewicz O. (1999): *Lifetime Tests for Vague Data*. W: L. A. Zadeh, J. Kacprzyk (red.): *Computing with words in information/intelligent systems. Part 2. Applications*. SPRINGER-PHYSICA-VERLAG, Heidelberg, ss. 176-193.

Prace z dziedziny logiki rozmytej

- Grzegorzewski P., Hryniewicz O. (2000): *Soft Methods in Statistical Quality Control*. CONTROL and CYBERNETICS, vol. 29, ss. 119-140.
- Grzegorzewski P., Hryniewicz O. (2001): *Soft Methods in Hypotheses Testing*. W: Ruan D., Kacprzyk J., Fedrizzi M. (red.): *Soft Computing for Risk evaluation and management*, SPRINGER-PHYSICA-VERLAG, Heidelberg, ss. 55-72.
- Hryniewicz O. (1995): *Lifetime tests for imprecise data and fuzzy reliability requirements*. W: Onisawa T., Kacprzyk J. (red.): *Reliability and Safety Analyses under Fuzziness*. PHYSICA-VERLAG, Heidelberg, ss. 169-182.
- Hryniewicz O. (1999): *Statistical decisions in reliability testing - a fuzzy approach*. W: *Proceedings of 7th European Congress on Intelligent Techniques & Soft Computing, EUFIT'99, Aachen, September, CD-Rom*.
- Hryniewicz O. (2000): *Possibilistic Interpretation of the Results of Statistical Tests*. W: *Proceedings of 8th International Conference on Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-based Systems IPMU 2000, Madrid, ss. 215-219*.
- Hryniewicz O. (2001a): *Possibilistic Interpretation of Fuzzy Statistical Tests*. W: Bertoluzza C., Ralescu D., Gil M. A. (red.): *Statistical Modeling, Analysis and Management of Fuzzy Data*. PHYSICA-VERLAG (w druku).
- Hryniewicz O. (2001b): *Fuzzy-preferred optimal inspection interval*. W: *Proceedings of EUROFUSE'2001, Granada, 2001*.
- Hryniewicz O. (2001c): *Statistical decisions in quality audits - a possibilistic approach*. W: *Proceedings of the VIIth International Workshop on Intelligent Statistical Quality Control, Waterloo*.
- Hryniewicz O. (2001d): *Optimisation using possibilistic measures of preference*. W: *Proceedings of the 14th International Conference on Systems Science, Wrocław*.
- Jain L.C., J. Kacprzyk (red.): *New Learning Paradigmes in Soft Computing*. PHYSICA-VERLAG, Heidelberg-New York.
- Kacprzyk J. (1975): *Application of fuzzy sets theory for the optimal assignment of work places* (in Polish). ARCHIWUM AUTOMATYKI I TELEMECHANIKI, T. XX, 247-260.
- Kacprzyk J. (1977): *Control of a nonfuzzy system in a fuzzy environment with a fuzzy termination time*. SYSTEMS SCIENCE, vol. 3, ss. 320-334.
- Kacprzyk J. (1978a): *A branch-and-bound algorithm for the multistage control of a nonfuzzy system in a fuzzy environment*. CONTROL and CYBERNETICS, vol. 7, ss. 51-64.
- Kacprzyk J. (1978b): *Control of a stochastic system in a fuzzy environment with a fuzzy termination time*. SYSTEMS SCIENCE, vol. 4, ss. 291-300.
- Kacprzyk J. (1978c): *Decision-making in a fuzzy environment with fuzzy termination time*. FUZZY SETS and SYSTEMS, vol. 1, ss. 169-179.
- Kacprzyk J. (1979): *A branch-and-bound algorithm for the multistage control of a fuzzy system in a fuzzy environment*. KYBERNETES, vol. 8, ss. 139-147.
- Kacprzyk J. (1983a): *A generalization of fuzzy multistage decision making and control via linguistic quantifiers*. INTERNATIONAL JOURNAL of CONTROL, vol. 38, ss. 1249-1270.
- Kacprzyk J. (1983b): *Multistage Decision Making under Fuzziness*. VERLAG TÜV RHEINLAND, Cologne.
- Kacprzyk J. (1983c): *Wieloetapowe podejmowanie decyzji w warunkach rozmytości*. PWN, Warszawa.
- Kacprzyk J. (1984): *Collective decision making with a fuzzy majority rule*. W: *Proceedings of 6th WOGSC International Congress, Paris, AFCET, Paris, ss. 153-160*.

Janusz KACPRZYK

- Kacprzyk J. (1985a): *Group decision making with a fuzzy majority via linguistic quantifiers. Part I: A consensory - like pooling.* CYBERNETICS and SYSTEMS: AN INTERNATIONAL JOURNAL, vol. 16, ss. 119-129.
- Kacprzyk J. (1985b): *Group decision making with a fuzzy majority via linguistic quantifiers. Part II: A competitive-like pooling.* CYBERNETICS and SYSTEMS: AN INTERNATIONAL JOURNAL, vol. 16, ss. 131-144.
- Kacprzyk J. (1986): *Group decision making with a fuzzy majority.* FUZZY SETS and SYSTEMS, vol. 18, ss. 105-118.
- Kacprzyk J. (1996a): *Multistage control under fuzziness using genetic algorithms.* CONTROL and CYBERNETICS, vol. 25, ss. 1181-1215.
- Kacprzyk J. (1996b): *Zbiory rozmyte w analizie systemowej.* PWN, Warszawa.
- Kacprzyk J. (1997a): *Multistage Fuzzy Control.* WILEY, Chichester.
- Kacprzyk J. (1997b): *A genetic algorithm for the multistage control of a fuzzy system in a fuzzy environment.* MATHWARE & SOFT COMPUTING, IV, No. 3, ss. 219-232.
- Kacprzyk J. (1998): *Multistage Control of a Stochastic System in a Fuzzy Environment Using a Genetic Algorithm.* INTERNATIONAL JOURNAL of INTELLIGENT SYSTEMS, vol. 13, ss. 1011-1023.
- Kacprzyk J. (2000): *Intelligent data analysis via linguistic data summaries: a fuzzy logic approach.* W: R. Decker i W. Gaul (red.): *Classification and Information Processing at the Turn of the Millennium.* SPRINGER-VERLAG, Berlin-Heidelberg-New York, ss. 153-161.
- Kacprzyk J. (2001): *Wieloetapowe sterowanie rozmyte.* WNT, Warszawa.
- Kacprzyk J., M. Fedrizzi (1986): *'Soft' consensus measures for monitoring real consensus reaching processes under fuzzy preferences.* CONTROL and CYBERNETICS, vol. 15, ss. 309-323.
- Kacprzyk J., M. Fedrizzi (red.) (1988a): *Combining Fuzzy Imprecision with Probabilistic Uncertainty in Decision Making.* SPRINGER-VERLAG, Berlin, New York.
- Kacprzyk J., M. Fedrizzi (1988b): *A 'soft' measure of consensus in the setting of partial (fuzzy) preferences.* EUROPEAN JOURNAL of OPERATIONAL RESEARCH, vol. 34, ss. 316-325.
- Kacprzyk J., M. Fedrizzi (1989): *A 'human-consistent' degree of consensus based on fuzzy logic with linguistic quantifiers.* MATHEMATICAL SOCIAL SCIENCES, vol. 18, ss. 275-290.
- Kacprzyk J., M. Fedrizzi (red.) (1990): *Multiperson Decision Making Problems Using Fuzzy Sets and Possibility Theory.* KLUWER, Dordrecht-Boston-London.
- Kacprzyk J., M. Fedrizzi, H. Nurmi (1992): *Group decision making and consensus under fuzzy preferences and fuzzy majority.* FUZZY SETS and SYSTEMS, vol. 49, ss. 21-31.
- Kacprzyk J., R. A. Francelin Romero, F. A. C. Gomide (1999): *Involving objective and subjective aspects in multistage decision making and control under fuzziness: dynamic programming and neural networks.* INTERNATIONAL JOURNAL of INTELLIGENT SYSTEMS, vol. 14, ss. 79-104.
- Kacprzyk J., C. Iwański (1987): *A generalization of discounted multistage decision making and control through fuzzy linguistic quantifiers: an attempt to introduce commonsense knowledge.* INTERNATIONAL JOURNAL of CONTROL, vol. 45, ss. 1909-1930.
- Kacprzyk J., C. Iwański (1992a): *Fuzzy logic with linguistic quantifiers in inductive learning.* W: L. A. Zadeh i J. Kacprzyk (red.): *Fuzzy Logic for the Management of Uncertainty.* WILEY, New York, ss. 465-478.
- Kacprzyk J., C. Iwański (1992b): *Inductive learning from incomplete and imprecise examples.* W: W. B. Bouchon-Meunier, R. R. Yager, L. A. Zadeh (red.): *Uncertainty and Knowledge Bases.* SPRINGER-VERLAG, Berlin-New York, ss. 424-430.

Prace z dziedziny logiki rozmytej

- Kacprzyk J., S. A. Orlovski (red.) (1987): *Optimization Models Using Fuzzy Sets and Possibility Theory*. REIDEL, Dordrecht-Boston-London.
- Kacprzyk J., H. Nurmi, M. Fedrizzi (red.) (1996): *Consensus under Fuzziness*. KLUWER, Boston.
- Kacprzyk J., M. Roubens (red.) (1988): *Non-conventional Preference Relations in Decision Making*. SPRINGER-VERLAG, Berlin-New York.
- Kacprzyk J., K. Safteruk, P. Staniewski (1981): *On the control of stochastic systems in a fuzzy environment over infinite horizon*. SYSTEMS SCIENCE, vol. 7, ss. 121-131.
- Kacprzyk J., P. Staniewski (1980): *A new approach to the control of stochastic systems in a fuzzy environment*. ARCHIWUM AUTOMATYKI I TELEMECHANIKI, T.XXV, 433-443.
- Kacprzyk J., P. Staniewski (1982): *Long-term inventory policy-making through fuzzy decision-making models*. FUZZY SETS and SYSTEMS, vol. 8, ss. 117-132.
- Kacprzyk J., P. Staniewski (1983): *Control of a deterministic system in a fuzzy environment over an infinite planning horizon*. FUZZY SETS and SYSTEMS, vol. 10, ss. 291-298.
- Kacprzyk J., A. Straszak (1980): *Application of fuzzy decision-making models for determining optimal policies in a 'stable' integrated regional development*. W: P. P. Wang, S. K. Chang (red.): *Fuzzy Sets Theory and Applications to Policy Analysis and Information Systems*. PLENUM, New York, ss. 321-328.
- Kacprzyk J., A. Straszak (1984): *Determination of stable trajectories for integrated regional development using fuzzy decision models*. IEEE TRANSACTIONS on SYSTEMS, MAN and CYBERNETICS, vol. SMC-14, ss. 310-313.
- Kacprzyk J., P. Strykowski (1999): *Linguistic data summaries for intelligent decision support*. W: *Proceedings of EFDAN'99*, Dortmund, ss. 3-12.
- Kacprzyk J., R. R. Yager (1984a): *Linguistic quantifiers and belief qualification in fuzzy multicriteria and multistage decision making*. CONTROL and CYBERNETICS, vol. 13, ss. 155-173.
- Kacprzyk J., R. R. Yager (1984a): *'Softer' optimization and control models via fuzzy linguistic quantifiers*. INFORMATION SCIENCES, vol. 34, ss. 157-178.
- Kacprzyk J., R. R. Yager (1985): *Emergency-oriented expert systems: a fuzzy approach*. INFORMATION SCIENCES, vol. 37, ss. 147-156.
- Kacprzyk J., R. R. Yager (2001): *Linguistic summaries of data using fuzzy logic*. INTERNATIONAL JOURNAL of GENERAL SYSTEMS, vol. 30, ss. 133-154.
- Kacprzyk J., R. R. Yager R., S. Zadrożny (2000): *A fuzzy logic based approach to linguistic summaries of databases*. INTERNATIONAL JOURNAL of APPLIED MATHEMATICS and COMPUTER SCIENCE, vol. 10, ss. 813-834.
- Kacprzyk J., S. Zadrożny (1994): *Fuzzy querying for Microsoft Access*. W: *Proc. of 3rd IEEE International Conference on Fuzzy Systems - FUZZ - IEEE'94*, Orlando, vol. 1, ss. 167-171.
- Kacprzyk J., S. Zadrożny (1995): *FQUERY for Access: fuzzy querying for a Windows-based DBMS*. W: P. Bosc, J. Kacprzyk (red.): *Fuzziness in Database Management Systems*. PHYSICA-VERLAG, Heidelberg, ss. 415-433.
- Kacprzyk J., S. Zadrożny (1996): *A fuzzy querying interface for a WWW-server-based relational DBMS*. W: *Proc. of IPMU'96 - 6th International Conference on Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-Based Systems*, Granada, vol. 1, ss. 19-24.
- Kacprzyk J., S. Zadrożny (1997a): *A fuzzy querying interface for a WWW environment*. W: *Proc. of IFSA'97 - 7th International Fuzzy Systems Association World Congress*, Prague, ACADEMIA, Prague, vol. IV, ss. 285-290.

- Kacprzyk J., S. Zadrozny (1997b): *Flexible querying using fuzzy logic: An implementation for Microsoft Access*. W: T. Andreasen, H. Christiansen, H.L. Larsen (red.): *Flexible Query Answering Systems*. KLUWER, Boston, ss. 247-275.
- Kacprzyk J., S. Zadrozny (1998a): *Issues in the implementation of fuzzy queries over the Internet/WWW*. W: Proc. of 7th International Conference in Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge - Based Systems, IPMU'98, Paris, ss. 1510-1517.
- Kacprzyk J., S. Zadrozny (1998b): *Data Mining via Linguistic Summaries of Data: An Interactive Approach*. W: T. Yamakawa i G. Matsumoto (red.): *Methodologies for the Conception, Design and Application of Soft Computing*. WORLD SCIENTIFIC, Singapore, ss. 668-671.
- Kacprzyk J., S. Zadrozny (1999a): *The paradigm of computing with words in intelligent database querying*. W: L. A. Zadeh, J. Kacprzyk (red.): *Computing with Words in Information/Intelligent Systems*. Part 2. Foundations. PHYSICA-VERLAG, Heidelberg-New York, ss. 382-398.
- Kacprzyk J., S. Zadrozny (1999b): *On interactive linguistic summarization of databases via a fuzzy-logic-based querying add-on to Microsoft Access*. W: B. Reusch (red.): *Computational Intelligence - Theory and Applications*, SPRINGER, Berlin, ss. 462-472.
- Kacprzyk J., S. Zadrozny (2000a): *Data mining via fuzzy querying over the Internet*. W: O. Pons, M. A. Vila, J. Kacprzyk (red.): *Knowledge Management in Fuzzy Databases*. PHYSICA-VERLAG, Heidelberg-New York, ss. 211-233.
- Kacprzyk J., S. Zadrozny (2000b): *On combining intelligent querying and data mining using fuzzy logic concepts*. W: G. Bordogna i G. Pasi (red.): *Recent Research Issues on the Management of Fuzziness in Databases*. PHYSICA-VERLAG, Heidelberg-New York, ss. 67-81.
- Kacprzyk J., S. Zadrozny (2000c): *On a fuzzy querying and data mining interface*. KYBERNETIKA, vol. 36, ss. 657-670.
- Kacprzyk J., S. Zadrozny (2000d): *Collective choice rules under linguistic preferences: an example of the computing with words/perceptions paradigm*. W: Proc. of 9th IEEE International Conference on Fuzzy Systems, FUZZ-IEEE'2000, San Antonio, ss. 786-791.
- Kacprzyk J., S. Zadrozny (2001a): *On linguistic approaches inflexible querying and mining of association rules*. W: H. L. Larsen, J. Kacprzyk, S. Zadrozny, T. Andreasen i H. Christiansen (red.): *Flexible Query Answering Systems. Recent Advances*. PHYSICA-VERLAG (SPRINGER-VERLAG), Heidelberg-New York, ss. 475-484.
- Kacprzyk J., S. Zadrozny (2001b): *Computing with words in intelligent database querying: standalone and Internet-based applications*. INFORMATION SCIENCES, vol. 13, ss. 71-109.
- Kacprzyk J., S. Zadrozny (2001c): *Data mining via linguistic summaries of databases: an interactive approach*. W: L. Ding (red.): *A New Paradigm of Knowledge Engineering by Soft Computing*. WORLD SCIENTIFIC, Singapore, ss. 325-345.
- Kacprzyk J., S. Zadrozny (2001d): *Fuzzy linguistic summaries via association rules*. W: A. Kandel, M. Last i H. Bunke (red.): *Data Mining and Computational Intelligence*. PHYSICA - VERLAG (SPRINGER - VERLAG), Heidelberg-New York, ss. 115-139.
- Kacprzyk J., S. Zadrozny (2001e): *Using fuzzy querying over the Internet to browse through information resources*. W: B. Reusch i K.-H. Temme (red.): *Computational Intelligence in Theory and Practice*. PHYSICA-VERLAG (SPRINGER - VERLAG), Heidelberg-New York, ss. 235-262.
- Kacprzyk J., S. Zadrozny, M. Fedrizzi (1997): *An interactive GDSS for consensus reaching using fuzzy logic with linguistic quantifiers*. W: D. Dubois, H. Prade i R. R. Yager (red.): *Fuzzy Information Engineering - A Guided Tour of Applications*. WILEY, New York, ss. 567-574.

Prace z dziedziny logiki rozmytej

- Kacprzyk J., S. Zadrożny, A. Ziółkowski (1989): *FQUERY III+: a 'human-consistent' database querying system based on fuzzy logic with linguistic quantifiers*. INFORMATION SYSTEMS, vol. 14, ss. 443-453.
- Kacprzyk J., A. Ziółkowski (1986): *Database queries with fuzzy linguistic quantifiers*. IEEE TRANSACTIONS on SYSTEMS, MAN and CYBERNETICS, vol. SMC-16, ss. 474-479.
- Larsen H., J. Kacprzyk, S. Zadrożny, T. Andreassen, H. Christiansen (red.) (2001): *Flexible Query Answering Systems: Recent Advances*. PHYSICA-VERLAG, Heidelberg-New York.
- Nurmi H., J. Kacprzyk (1991): *On fuzzy tournaments and their solution concepts in group decision making*. EUROPEAN JOURNAL of OPERATIONAL RESEARCH, vol. 51, ss. 223-232.
- Nurmi H., J. Kacprzyk, M. Fedrizzi (1996): *Probabilistic, fuzzy and rough concepts in social choice*. EUROPEAN JOURNAL of OPERATIONAL RESEARCH, vol. 95, ss. 264-277.
- Owsiński J. W. (1994): *Preferences, agreement consensus - measuring, aggregation and control*. ANNALS of OPERATIONS RESEARCH, vol. 51, ss. 217-240.
- Owsiński J. W. (1995): *Zagadnienie jednoczesnej agregacji i grupowania relacji preferencji: sformułowanie zadania i podstawowe problemy*. W: Klasyfikacja i analiza danych. Problemy teoretyczne. Sekcja Klasyfikacji i Analizy Danych PTS. TAKSONOMIA, z. 2, Wrocław, ss. 65-79.
- Owsiński J. W. (1996): *Clustering, Distances and Knowledge from Data*. W: E. Diday, Y. Lechevallier, O. Opitz (red.): Ordinal and Symbolic Data Analysis, SPRINGER, Berlin-Heidelberg, ss. 277-287.
- Ribeiro R. A., H.-J. Zimmermann, R. R. Yager, J. Kacprzyk (red.) (1999): *Soft Computing in Financial Engineering*. PHYSICA-VERLAG (SPRINGER-VERLAG), Heidelberg-New York.
- Ruan D., J. Kacprzyk, M. Fedrizzi (red.) (2001): *Soft Computing for Risk Evaluation and Management*. PHYSICA-VERLAG (SPRINGER - VERLAG), Heidelberg-New York.
- Szmidt E., J. Kacprzyk (1996a): *Intuitionistic fuzzy sets in group decision making*. NOTES on INTUITIONISTIC FUZZY SETS, vol. 2, ss. 15-32.
- Szmidt E., J. Kacprzyk (1996b): *Remarks on some applications of intuitionistic fuzzy sets in decision making*. NOTES on INTUITIONISTIC FUZZY SETS, vol. 2, ss. 22-31.
- Szmidt E., J. Kacprzyk (1998a): *Group decision making under intuitionistic fuzzy preference relations*. W: Proc. of 7th International Conference in Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge - Based Systems (IPMU'98), Paris, ss. 172-178.
- Szmidt E., J. Kacprzyk (1998b): *Intuitionistic Fuzzy Linguistic Quantifiers*. NOTES on INTUITIONISTIC FUZZY SETS, vol. 3, ss. 111-122.
- Szmidt E., J. Kacprzyk (1998c): *Intuitionistic Fuzzy Set Theory and Mass Assignment Theory: Some relations*. NOTES on INTUITIONISTIC FUZZY SETS, vol. 4, ss. 1-7.
- Szmidt E., J. Kacprzyk (1998d): *A fuzzy set corresponding to an intuitionistic fuzzy set*. INTERNATIONAL JOURNAL of UNCERTAINTY, FUZZINESS and KNOWLEDGE-BASED SYSTEMS, vol. 6, ss. 427-435.
- Szmidt E., J. Kacprzyk (1998e): *Probability measures of intuitionistic fuzzy events*. NOTES on INTUITIONISTIC FUZZY SETS, vol. 5, ss. 19-28.
- Szmidt E., J. Kacprzyk (2000a): *Distances between intuitionistic fuzzy sets*. FUZZY SETS and SYSTEMS, vol. 114, ss. 505-518.
- Szmidt E., J. Kacprzyk (2000b): *Intuitionistic Fuzzy Relations and Consensus Formation*. NOTES on INTUITIONISTIC FUZZY SETS, vol. 6, ss. 1-10.
- Szmidt E., J. Kacprzyk (2001): *Entropy of intuitionistic fuzzy sets*. FUZZY SETS and SYSTEMS, vol. 118, ss. 467-477.

Janusz KACPRZYK

Vila M. A., O. Pons, J. Kacprzyk (red.) (2000): Knowledge Management in Fuzzy Databases. PHYSICA-VERLAG, Heidelberg-New York.

Yager R. R., J. Kacprzyk (red.) (1997): The Ordered Weighted Averaging Operators: Theory and Applications. KLUWER, Boston.

Zadeh L. A. (1965): *Fuzzy sets*. INFORMATION and CONTROL, vol. 8, ss. 338-353.

Zadeh L. A. (1973): *Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes*. IEEE TRANSACTIONS on SYSTEMS, MAN and CYBERNETICS, vol. SMC-2, ss. 28-44.

Zadeh L. A., J. Kacprzyk (red.) (1992): Fuzzy Logic for the Management of Uncertainty, WILEY, New York.

Zadeh L. A., J. Kacprzyk (red.) (1999a): Computing with Words in Information/Intelligent Systems. Part 1. *Foundations*. PHYSICA-VERLAG, Heidelberg, New York.

Zadeh L. A., J. Kacprzyk (red.) (1999b): Computing with Words in Information/Intelligent Systems. Part 2. *Applications*. PHYSICA-VERLAG, Heidelberg, New York.

Zadrożny S., J. Kacprzyk (1996): *FQUERY for Access: towards humans consistent querying user interface*. W: Proc. of ACM Symposium on Applied Computing - SAC'96, Philadelphia, ss. 532-536.

Zadrożny S., J. Kacprzyk (1998): *Implementing fuzzy querying via the Internet/WWW: Java applets, ActiveX controls and cookies*. W: T. Andreassen, H. Christiansen, H. L. Larsen (red.): Flexible Query Answering Systems. Proc. of FQAS'98 Workshop, Roskilde, Denmark, Datalogiske Skrifter, ROSKILDE UNIVERSITETSCENTER, ss. 358-369.

Andrzej STRASZAK

- Straszak A., Nahorski A., Sikorski J. (red.) (1990): I Krajowa konferencja badań operacyjnych i systemowych, BOS'88, Książ 13-17 czerwca 1998, t. 1,2. PTBOiS-IBS PAN, Warszawa, 600 s.
- Straszak A., Owsiniński J. (1978): *Control theoretic approach to socio-economic systems. role and applicability*. IFAC Congress Helsinki 12-16 June 1978. PERGAMON PRESS, Oxford.
- Straszak A., Stefański J., Ziółkowski A., Cichocki W. (1985): *Computer aided learning in a two-level economy with nonlinear economic regulators*. W: Artificial Intelligence in Economic and Management. IFAC Workshop, Zurich, March 1985.
- Straubel R., Studziński J. (2000): *Computer aided planning and operating of the water networks in Koeninghs-Wusterhausen and Rzeszów*. W: M. M. Sozański (red.): Water supply and water quality. Conference Proceedinds of IVth International conference, Kraków, 11-13.09.2000. PZliTS, Kraków-Poznań, ss. 43-54, 7 poz. bibl.
- Studziński J., Hryniewicz O., Kacprzyk J., Drelichowski L. (red.) (2000): *Technologie informatyczne w zarządzaniu. Systemy wspomaganie decyzji*. IBS PAN, Warszawa, Seria: Badania Systemowe, t. 26, 312 s.
- Studziński J., Straubel R. (2000): *Problemy projektowania i wdrażania systemów informatycznych do modelowania, optymalizacji i sterowania komunalnymi sieciami wodociagowymi*. W: J. F. Lemański, J. Łomotowski, S. Zabawa (red.): *Wspomaganie komputerowe w projektowaniu i eksploatacji systemów wodociagowych i kanalizacyjnych*. Materiały IV Ogólnopolskiego Seminarium Naukowo-Szkoleniowego, Świnoujście-Kopenhaga, październik 2000, PZliTS, Poznań, ss. 42-57, 7 poz. bibl.
- Żochowski A., Ostrowski R. (1979): *Koncepcja zastosowania modelu w planowaniu rozwoju miasta*. W: *Zastosowania analizy systemowej w modelowaniu rozwoju regionalnego*, t. 1. Konferencja szkoleniowa. Jabłonna 11-16 września 1979. PWN, Warszawa-Łódź.

Skorowidz nazwisk

A

Adamiecki Karol, 133, 134
Adamus Józef, 130
Albegov Murat M., 143
Altman Anna, 83, 131
Ameljańczyk Andrzej, 41, 44, 45, 143
Arczewska Wanda, 24, 114, 123, 131
Atanassov Krassimir T., 55

B

Babarowski Janusz, 27, 33, 143
Bachner Tadeusz, 116
Baka Władysław, 111
Banaszak Zbigniew, 121
Bańka Stanisław, 130
Bańkowski Jacek, 111
Bar Ludwik, 111, 112
Barski Aleksy, 143
Bartczak Michał, 130
Bartoszczuk Paweł, 122
Bednarczyk Ewa, 83, 84, 121, 122
Bellman Richard E., 50, 55
Bełkowski Czesław, 102, 106, 107, 115
Bereziński Mirosław, 106, 114, 122, 140, 141, 143
Białasiewicz Jan, 103, 129
Bielawski Stanisław, 103, 106, 107, 116, 118
Bobrowski Leon, 130
Bogdan Lucyna, 146
Bogobowicz Agnieszka, 130
Bogucki Waldemar, 108
Bojańczyk Michał, 130
Bojarski Włodzimierz, 103
Borkowski Jerzy, 103, 106, 116, 118
Boroń Józef, 111
Bronisz Piotr, 122, 131
Brzyski Artur M., 131
Bubnicki Zdzisław, 90, 120, 121, 127, 134, 140, 143
Budziński Ryszard, 124, 126, 141
Bury Hanna, 140, 143, 144
Butkiewicz Jan, 63, 106, 114

C

Chołaj Henryk, 111
Chudy Marian, 121, 143, 144, 147
Chwesiuk Krzysztof, 130
Cichocki Krzysztof, 122, 144, 150
Ciechanowicz Kazimierz, 63, 67, 106, 115, 123
Ciechanowicz Wiesław, 11, 45, 46, 122, 140, 141, 144
Cios Krzysztof J., 130
Czarnecki Stefan, 102, 103, 106, 107

D

Daddesh Abdalla Maalul, 131
Darowski Marek, 130
Dąbrowski Mirosław, 115
Decowski Marek, 107, 115, 116
Deeb Ali Mashat, 131
Dernałowicz Janusz, 104, 108, 114, 115
Dmowski Ryszard, 103, 106, 107, 115
Dobrzyński Waldemar, 122, 131
Doktór Kazimierz, 111, 112, 119
Domański Ryszard, 90
Dowgiałło Zygmunt, 124, 141, 144
Drapich Wit, 111
Drucker Peter F., 134
Dubicki Bolesław, 106
Dudziński Krzysztof, 84, 130
Dulewicz Włodzimierz, 102
Dulewski Jan, 116
Dunajski Zbigniew, 106
Dwojak Barbara, 128
Dwojak Stanisław, 102, 106
Dydycz Jadwiga, 115
Dziewoński Kazimierz, 120

E

Emirsajłow Zbigniew, 130

F

Fayol Henri, 133
Fedrizzi Mario, 51, 52, 55, 56, 58, 59, 60, 61
Filipczyński Leszek, 118
Filus Jerzy, 130
Findeisen Władysław, 101, 102, 105, 106, 109, 111, 119, 120, 129, 135, 136, 149
Firkowicz Szymon, 63, 70, 102, 103, 106, 107, 111, 114, 115
Francelin Roseli A, 51, 55, 58
Fu K. S., 50, 55
Fung L. W., 50, 55

G

Gadomski Jan, 27, 29, 30, 122
Gadziński Feliks, 106
Gajda Bronisław, 120
Gasparski Wojciech, 111, 112, 119
Gawroński Ryszard, 102, 103, 104, 106, 107, 111, 115
Gawryś Anna, 41, 130
Gałarek Dariusz, 10, 69, 70, 84, 121, 130
Gecow Andrzej, 131
Gessing Ryszard, 121
Gibała Stanisław, 112, 121
Gilowska Irena, 129

Gliński Bohdan, 111
Gliszczyńska Xymena, 112, 113
Głębicki Kazimierz, 102, 106
Głowacki Sławomir, 112, 113
Głuszek Adam, 131
Golinowski Aleksander, 111
Gomide Fernando A. C., 51, 55, 58
Gondzio Jacek, 122
Gosiewski Anatol, 121
Górecki Henryk, 102, 106, 111, 119, 120, 129
Grabowski Aleksander, 114, 120
Grabowski Wiesław, 114, 120
Grabski Tadeusz, 111
Grąbczewski Zbigniew, 131
Grudzewski Wiesław, 111, 120
Grunwald Grzegorz, 106, 112
Grygiel Grażyna, 131
Grzegorzewski Przemysław, 53, 54, 55, 56, 66, 69,
70, 121, 122, 131
Grzesiak Ludwik, 111
Grzybowski Leon, 130
Grzywacz Agnieszka, 91
Gutenbaum Jakub, 24, 27, 33, 71, 72, 84, 90, 103,
106, 107, 113, 120, 121, 122, 125, 126, 128, 129,
140, 144

H

Halama Henryk, 111
Hellwig Zdzisław, 111
Ho Quang Minh, 130
Holnicki-Szulc Piotr, 33, 42, 45, 46, 89, 122, 127,
130, 144
Hołubiec Jerzy, 36, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 90, 103,
106, 107, 113, 121, 123, 125, 126, 127, 128, 129,
134, 140, 141, 143, 144, 148
Hołyński Marek, 63
Hryniewicz Olgierd, 46, 53, 54, 56, 57, 63, 65, 69,
70, 91, 121, 123, 127, 128, 129, 140, 144, 147,
150

I

Inkielman Michał, 27, 29, 33, 34, 91, 92, 106, 121,
122, 127, 130
Iracki Krzysztof, 129
Iwanowska Anna, 119
Iwański Cezary, 51, 58, 131, 144

J

Jackowski Zygmunt, 131
Jakubowski Andrzej, 141, 145, 146
Jankowska-Zorychta Zofia, 114, 123
Janssen J. M. L., 145
Jarominek Władysław, 102, 106, 111, 120
Jędynak Andrzej, 111
Jędrzycki Wiesław, 112
Johnson Lyndon B., 136

Joszczuk Jolanta, 131
Józwiak Agnieszka, 141
Józwiak Ireneusz, 130
Józwiak Adam, 130
Judycki Władysław, 130
Jupowiecka-Mieszala Urszula, 130
Jurkiewicz Ewa, 130
Jurkowska Teresa, 130, 145, 147

K

Kacprzyk Janusz, 9, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57,
58, 59, 60, 61, 62, 69, 70, 121, 127, 128, 129, 130,
135, 140, 141, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149,
150
Kacprzyński Bogdan, 24, 36, 41, 44, 103, 106, 111,
113, 120, 123, 129, 141, 145
Kaczmarek Jan, 111, 120, 136
Kaczmarek Zdzisław, 120, 136
Kaczorek Tadeusz, 120
Kaliszewski Ignacy, 26, 84, 121, 130
Kałużsko Andrzej, 29, 45, 46, 122, 144
Kamiński Franciszek, 103
Kanczewski Antoni, 103
Kantorowicz Leon, 134
Karczewska Anna, 103
Karkos Eugeniusz, 116
Kiliński Antoni, 102
Kisielnicki Jerzy, 122, 145
Kiwił Krzysztof, 83, 84, 85, 86, 87, 121, 122, 125,
126, 127, 128, 129
Kleiber Michał, 90
Klekowski Romuald, 90
Klukowski Leszek, 131, 145
Kmita Zbigniew, 120
Kochetkov A., 145
Kołowrocki Krzysztof, 130
Komorowska Irena, 130, 145, 147
Konorski Jerzy, 102, 106
Korbicz Józef, 129
Korcelli Piotr, 120
Korczak Edward, 131
Koronacki Jacek, 121
Kortan Jerzy, 111
Kosiński Janusz, 131
Kostek Bożena, 130
Kotarbiński Tadeusz, 112, 133
Kotowski Włodzimierz, 111
Kotuszewska Barbara, 117, 124
Kcwal Robert, 131
Kowalik Adam, 111
Kowalska Elżbieta, 24, 123, 131
Kowalski Janusz, 116
Kozarski Maciej, 130
Kozdrój Marian, 111, 116
Koziara Mieczysław, 113
Koźmiński Andrzej K., 111
Kozuchowski Jan, 102, 106
Krajewski Wiesław, 45, 122, 130, 143, 144
Krawczak Maciej, 91, 92, 122, 131, 141, 144, 145

Krawiec Bogdan, 144, 145
Król Henryk, 111, 120
Kruszyński Jan, 108
Kruś Lech, 91, 113, 122, 124, 140, 141, 143, 146
Krzakiewicz Stefan, 111
Krzyków Andrzej, 107, 116
Krzywiecka Ewa, 130
Księżopolska Lidia, 146
Kuczmowski Tomasz, 130
Kudrewicz Jacek, 102
Kulczycki Piotr, 121
Kulikowski Jan J., 103
Kulikowski Juliusz L., 108, 109, 114, 119, 128
Kulikowski Roman, 5, 6, 90, 91, 92, 102, 103, 106, 107, 109, 111, 113, 119, 120, 121, 122, 125, 126, 127, 134, 135, 136, 137, 138, 140, 141, 143, 144, 145, 146, 147, 149
Kulpa Zenon, 115
Kulpiński Jan, 111
Kurnal Jerzy, 111
Kurzydłowska Anna, 130, 147
Kusiak Andrzej, 130
Kuźnicki Leszek, 90
Kwiek Janusz, 116

L

Lebson Stefan, 101
Lesisz Piotr, 130
Leszczyński Jerzy, 124
Leśkiewicz Henryk J., 102, 103, 106
Lewin Włodzimierz, 63, 122, 130
Libura Marek, 87, 106, 121, 123, 130, 149
Lorentz Zbigniew, 130

Ł

Łabuda Waldemar, 46, 122, 131
Ładziński Radosław, 102
Łazar Dariusz, 131
Łodziński Andrzej, 130
Łopuch Bożena, 86, 122, 131
Łuba Tadeusz, 91
Łukasik Stanisław, 46, 106, 122, 123, 141, 147

M

Madey Marek, 111
Magiera Włodzimierz, 131
Malanowski Kazimierz, 83, 84, 87, 103, 106, 111, 113, 119, 120, 121, 122, 125, 126, 127, 128, 129
Malicka-Wąsowska Joanna, 41, 45, 46, 47, 122, 130, 143, 144
Malicki Zdzisław, 111, 144
Malinowski Jacek, 69, 131
Manczarski Stefan, 102
Mańczak Kazimierz, 5, 13, 24, 25, 101, 103, 106, 107, 111, 113, 114, 119, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 129, 134, 140, 144, 147
Marczyński Romuald, 106

Markiewicz Władysław, 111
Maroński Józef, 115
Marszał Stanisław, 111, 120
Masłyk Ewa, 112
Matczewski Andrzej, 120
Maźbic-Kulma Barbara, 91, 92, 114, 122, 123, 141, 145, 147
Mensz Paweł, 130
Michalewski Edward, 106, 113, 122, 125, 141, 143, 147
Michał Mirosław, 131
Mierzejewski Henryk, 113, 122, 148
Mirski Zenon, 116
Morawski Witold, 112
Moroz Piotr, 102
Mossakowski Mirosław, 90
Myśliński Andrzej, 78, 79, 88, 89, 122, 131

N

Nahorski Zbigniew, 24, 25, 32, 33, 46, 88, 91, 92, 114, 121, 123, 127, 128, 129, 130, 143, 144, 146, 147, 149, 150
Nałęcz Maciej, 102, 103, 105, 106, 107, 109, 111, 115, 118, 119, 120, 129, 135
Napierała Mieczysław, 111
Neuman John von, 139
Niedźwiedzińska Hanna, 131
Niewiadomski Adam, 131
Niezgódka Marek, 71, 121
Niżnik Ryszard, 131
Novak Vilem, 130
Nowacki Paweł J., 102, 106, 118, 135
Nowakowska Maria, 112
Nowakowski Janusz, 103
Nowicki Tadeusz, 102, 106, 107, 108, 111, 114, 130
Nowocień Romuald, 41, 45, 130
Nurmi Hannu, 51, 55, 58, 59, 61
Nykowski Ireneusz, 121

O

Obodowski Janusz, 111
Ogryczak Włodzimierz, 130
Olbryś Joanna, 131
Olech Czesław, 90
Oleksyn Leszek, 91
Olinger Wiktor, 130
Olko Eugeniusz, 111
Olszewski Jerzy, 111
Ostapczuk Bronisław, 111
Ostrowski Roman, 91, 92, 113, 114, 115, 121, 122, 136, 141, 148, 150
Owsiński Jan, 53, 55, 61, 114, 122, 123, 128, 129, 131, 136, 140, 141, 143, 145, 146, 147, 148, 149, 150

P

Pajestka Józef, 111

Palacz Tadeusz, 113
Pasiczny Leszek, 111, 112, 113, 120, 123
Paszowski Stanisław, 106, 111, 120
Pawlak Zdzisław, 9, 52, 90, 91, 106, 111, 121
Pawłow-Nieżgódka Irena, 34, 35, 71, 88, 121
Pawłowski Zbigniew, 120
Pecze Tadeusz, 111
Pedrycz Witold, 129
Pełczewski Władysław, 102, 106, 120
Peszyńska Małgorzata, 122
Petriczek Grażyna, 41, 46, 47, 122, 131, 143, 144
Piasecki Stanisław, 41, 44, 45, 64, 70, 111, 114, 120, 121, 123, 124, 134, 140, 141, 145, 147, 148
Piekarczyk Stanisław, 92, 108, 116, 124, 126
Piekarski Krzysztof, 88, 131
Pietryka Elżbieta, 91, 92
Podgórski Tadeusz, 111
Podkaminer Leon, 122
Pogorzelec Anna, 145, 147
Pogorzelska-Bartczak Elżbieta, 91
Porwit Krzysztof, 112
Potrzebowski Henryk, 122, 141, 148
Prażewska Mieczysława, 129
Prochot Zbigniew, 112, 121
Prochowski Maciej, 91
Przeździecki Zygmunt, 102, 106
Pstrokoński Maciej, 106
Pszczołowski Tadeusz, 112
Pudykiewicz Janusz, 130
Pustoła Jerzy, 102, 106, 116, 118
Puzdrakiewicz Zdzisław, 117

R

Radzikowski Władysław, 111, 115
Rakus Andrzej, 130
Redmer Brunon, 106
Rembisz Włodzimierz, 122
Rewo Ludomir, 130
Rokicki Wojciech, 46, 141, 148
Rolewicz Stefan, 106, 120, 121
Romanowicz Tomasz, 131
Rudnicki Jerzy, 130
Runowska Joanna, 129
Rybicki Zygmunt, 111
Rychlewski Jerzy, 130
Ryczaj Tadeusz, 111

S

Seidler Jerzy, 102, 111
Siekierski Tadeusz, 117
Siemaszko Czesław, 123
Sienkiewicz Piotr, 91
Sikorski Jarosław, 91, 92, 122, 130, 149, 150
Simon Herbert, 134
Siwik Jan, 101, 112
Skrobot Stanisław, 111
Słomiński Leon, 107, 108, 114, 122, 123, 124
Słotwiński Bronisław, 113

Sochocki Ryszard, 103, 106
Sokołowski Jan, 78, 79, 80, 84, 85, 87, 88, 89, 114, 121, 123, 128, 129
Sokołowski Jerzy, 124
Solarz Jan, 112
Sosnowski Janusz, 45, 123, 125, 126, 130, 147
Stachowicz Jan, 116
Staniewski Piotr, 50, 59, 122
Stapp Elżbieta, 130
Startek Eugeniusz, 111
Stasiński Jan, 106
Stefański Jacek, 129, 130, 148, 150
Stelmach Jan, 107
Stempień Andrzej, 101, 104
Stępień Jolanta, 131, 147
Struszek Andrzej, 51, 59, 92, 101, 102, 103, 106, 107, 109, 111, 112, 113, 119, 120, 121, 122, 124, 125, 126, 127, 128, 134, 140, 141, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150
Straubel Reinhard, 150
Strycharczyk Jerzy, 130
Strykowski Paweł, 59, 131
Studziński Jan, 25, 31, 32, 46, 122, 131, 134, 141, 144, 147, 150
Styrczula Andrzej, 102, 106, 112
Subieta Kazimierz, 114
Sulecka-Nowocień Anna, 45
Szapiro Tomasz, 121
Szczepaniak Piotr, 121
Szczepański Jan, 112
Szkatuła Grażyna, 122, 131
Szkatuła Krzysztof M., 121, 126, 127, 130
Szmidt Eulalia, 54, 55, 61, 121
Szoda Zenon, 120
Szparkowski Zygmunt, 101, 102, 105, 106
Szpruch Wiesław, 123
Szydłowski Leszek, 131

Ś

Śliwiński Tadeusz, 102, 106
Świerczyński Maciej, 108

T

Taylor Frederick W., 133
Thieme Jerzy, 101, 104, 105, 108, 109, 117, 119, 128, 129
Tomaszewski Janusz, 103
Topiński Stanisław, 103, 106, 107, 115, 118
Torbicz Władysław, 103, 106, 118
Trzcieniecki Jerzy, 112
Turing Alan M., 139
Turski Władysław, 111
Tyszko Sławomir, 115

U

Unton Fryderyk, 130

ISBN 83-85847-63-4

W. MAŃCZAK red. BADANIA SYSTEMOWE - XXV. Jecie IBS PAN